

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-005996

(43)Date of publication of application : 12.01.2001

(51)Int.Cl.

G06T 15/50

(21)Application number : 11-176375

(71)Applicant : VICTOR CO OF JAPAN LTD

(22)Date of filing : 23.06.1999

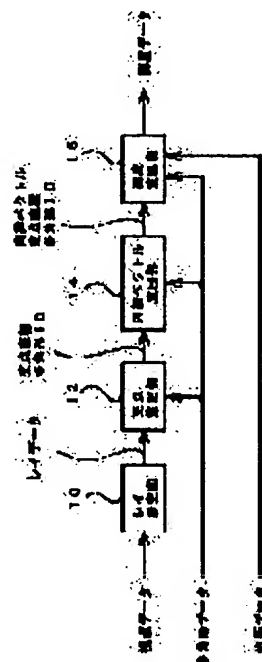
(72)Inventor : NAKAO HAYATO

## (54) GRAPHIC DATA PROCESSOR IN RAY TRACING

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To smooth the luminance change of curved surfaces approximated by a plurality of polygons and to prevent the boundaries of the polygons from being conspicuous in ray tracing.

**SOLUTION:** A viewpoint is set, a ray generating part 10 generates a ray passing through pixels on a screen from the viewpoint, an intersection calculating part 12 calculates the intersection of the ray and a polygon, an interpolation vector calculating part 14 allocates a temporary vector on each vertex of the polygon, interpolates the vector and calculates an interpolation vector. A luminance calculating part 16 calculates the luminance on the intersection from the interpolation vector and defines the luminance as the luminance of a pixel on the screen.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.09.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-5996

(P2001-5996A)

(43)公開日 平成13年 1月12日 (2001.1.12)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード\* (参考)

G 0 6 T 15/50

G 0 6 F 15/72

4 6 5

5 B 0 8 0

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21)出願番号

特願平11-176375

(22)出願日

平成11年 6月23日 (1999. 6. 23)

(71)出願人 000004329

日本ビクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3丁目12番地

(72)発明者 中尾 早人

神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3丁目12番地 日本ビクター株式会社内

(74)代理人 100093067

弁理士 二瓶 正敏

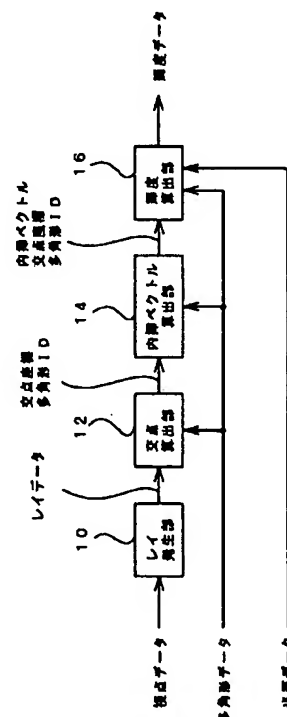
Fターム(参考) 5B080 AA13 GA06 CA13

(54)【発明の名称】 レイトレーシングにおける図形データ処理装置

(57)【要約】

【課題】 レイトレーシングにおいて、複数の多角形で近似された曲面の輝度変化を滑らかにし、多角形の境界が目立たないようにする。

【解決手段】 視点を設定し、レイ発生部 10において、視点からスクリーン上の画素を通過するレイを発生させ、交点算出部 12において、レイと多角形との交点を算出し、内挿ベクトル算出部 14において、多角形の各頂点上に仮のベクトルを割り振り、内挿して交点上の内挿ベクトルを算出し、輝度算出部 16において、内挿ベクトルより交点上での輝度を算出してスクリーン上の画素の輝度とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 視点を設定し、前記視点からスクリーン上の画素を通過するレイを発生させるレイ発生部と、前記レイと表示対象の3次元図形を近似する多角形との交点を算出する交点算出部と、前記多角形の各頂点上に仮のベクトルを割り振り、前記仮のベクトルを内挿して前記交点上の内挿ベクトルを算出する内挿ベクトル算出部と、前記内挿ベクトルより前記交点上での輝度を算出する輝度算出部と、前記輝度を前記画素の輝度として出力する輝度データ出力部とを、有するレイトレーシングにおける図形データ処理装置。

【請求項2】 前記仮のベクトルとして、前記頂点を囲む多角形の法線ベクトルを平均したベクトルが割り振られることを特徴とする請求項1記載のレイトレーシングにおける図形データ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レイトレーシングを用いて3次元図形を2次元表示するとき、スクリーン上の画素に描画する輝度を計算して、シェーディング（陰影付け）を行う図形表示装置に用いるレイトレーシングにおける図形データ処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】3次元コンピュータグラフィックス（CG）における曲面の一般的な表現方法として、3次元図形を複数の多角形により近似する方法が知られている。これら多面体を2次元画像に投影することによって、CRT画面などのスクリーン上に3次元図形の描画を行

$$I = K_a I_a + \{K_d I_l (L \cdot N) + K_s I_l (R \cdot V)\} / d \quad \cdots (1)$$

を用いて、光源が1個ある場合の面P上の点Qでの輝度Iを求めることができる。（ $L \cdot N$ ）及び（ $R \cdot V$ ）はそれぞれLとNの内積及びRとVの内積を表している。これらの輝度計算をR（赤）、G（緑）、B（青）のそれぞれについて考えることによって、点Qでの色が決定される。

【0005】従来のレイトレーシングにおける輝度計算の方法は、各多角形の法線ベクトルを算出し、例えば式（1）などを用いて各多角形ごとに計算を行い、輝度を決定していく方法である。例えば交点が図3中の面 $T_1$ 上にある場合の交点上の輝度は、法線ベクトル $N_1$ を式（1）に代入することにより求められる。

【0006】図6は従来のレイトレーシングにおける図形データ処理装置の構成を示す模式図である。レイ発生部10において生成したレイと多角形の交点を交点算出部12で計算し、交点座標と交点を含む多角形のIDを輝度算出部16に送る。輝度算出部16で輝度計算を行い輝度データを出力する。

## 【0007】

う。

【0003】図4はレイトレーシングの説明図である。レイトレーシングによって複数の多角形で構成された3次元図形をCRT画面などに表示する場合、図4に示すように3次元空間の任意の位置に視点20を設定し、この視点20に対してスクリーン22を設定する。スクリーン22はCRT画面に相当する。スクリーン22を縦横の画素（ピクセル）24で仕切った1マスを通ずるレイ26を発生させる。画素とは本来、画像表示をするスクリーン22上に2次元配列される要素を表し、画像描画後に初めて画素と呼べるものとなる。しかし本明細書においては、画像描画前の画素相当位置とも呼べるものも画素と呼ぶことにする。レイ26と多角形28の交点30を求め、交点30における輝度を計算して、それをスクリーン22上の画素24の輝度とする。レイ26が複数の多角形28と交差する場合、視点20から最も近い交点30を使用する。

【0004】2次元画像への投影に加えて、陰影付けのような、輝度すなわち明るさの計算による曲面の立体感の表現が行われる。一般的に輝度の計算には環境光、拡散反射光、鏡面反射光を考慮するモデルが用いられている。図5は輝度計算に用いられるベクトルの説明図である。Nは面Pの法線ベクトル、Lは光源方向への単位ベクトル、Rは光源からの反射光方向への単位ベクトル、Vは視線方向への単位ベクトルである。LとNがなす入射角とRとNがなす反射角は同一の角度 $\theta$ である。反射率を $K_s$ 、環境光の強さを $I_a$ 、拡散反射率を $K_d$ 、入射光の強さを $I_l$ 、鏡面反射率を $K_s$ 、ハイライト部分の広がり決定するパラメータをn、距離や配光による減衰係数をdとすると、

【発明が解決しようとする課題】Z-バッファ法においては、輝度の計算にフォンシェーディング法（フォンのスムーズシェーディング法）やグーロシェーディング法が用いられている。しかし、レイトレーシングによって図形を表示する図形表示装置においては、多角形とレイとの交点における輝度を計算する場合に用いられる交点上の法線ベクトルは、多角形の法線ベクトルをそのまま使用するのが一般的である。輝度の拡散反射成分である式（1）の第2項は、光源方向への単位ベクトルLと多角形の法線ベクトルNの内積を含むため、LとNのなす角度によって変化する。つまり、法線を1つだけ有する平面に対して、ただ1つの輝度が決まる。一方、隣接した多角形同士は異なる法線ベクトルNを有するため、異なる輝度を有している。したがって、境界において断続的な輝度変化をする多角形で曲面は近似され、多角形の境界の輝度が急激に変化し、さらにはマッハバンド効果によって多角形の境界が目立ってしまう問題があった。

【0008】本発明は上記従来の問題に鑑み、複数の多角形で近似された曲面上に生じる多角形の境界が目立た

ないようにする図形表示装置に用いるレイトレーシングにおける図形データ処理装置を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では視点を設定し、視点からスクリーン上の画素を通過するレイを発生させ、レイと多角形との交点を算出し、多角形の各頂点上に仮のベクトルを割り振り、これらの仮のベクトルを内挿して交点上の内挿ベクトルを算出し、さらに内挿ベクトルより交点上での輝度を算出して画素の輝度とする。

【0010】すなわち本発明によれば、視点を設定し、前記視点からスクリーン上の画素を通過するレイを発生させるレイ発生部と、前記レイと表示対象の3次元図形を近似する多角形との交点を算出する交点算出部と、前記多角形の各頂点上に仮のベクトルを割り振り、前記仮のベクトルを内挿して前記交点上の内挿ベクトルを算出する内挿ベクトル算出部と、前記内挿ベクトルより前記交点上での輝度を算出する輝度算出部と、前記輝度を前記画素の輝度として出力する輝度データ出力部とを、有するレイトレーシングにおける図形データ処理装置が提供される。

【0011】さらに本発明に、頂点上の仮のベクトルとして、前記頂点を囲む多角形の法線ベクトルを平均したベクトルが割り振られることを付加することは、本発明の好ましい態様である。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明のレイトレーシングにおける図面データ処理装置に係る実施の形態について説明する。図2は本発明のレイトレーシングにおける図形データ処理装置に係る実施の形態を示すフローチャートである。なお、このフローチャートのステップを実行する前に、すでに従来の手法により3次元図形の表面が多角形の貼り合わせにより近似されているものとする。

【0013】図2において、ステップS10で、スクリーン上のレイ発生部から生成されたレイと多角形の交点を交点算出部で計算し、交点座標及び交点座標を含む多角形を決定する。ステップS12において、ステップS10で決定した多角形の各頂点上に仮のベクトルを割り振る。ステップS14において、ステップS12で割り振られた各頂点上の仮のベクトルを基底ベクトルとして内挿し、多角形内の交点座標上での内挿ベクトルを求める。ステップS16において、ステップS14で求めた多角形内の交点座標上での内挿ベクトルをその点での法線ベクトルNとして、前述の式(1)により輝度を算出する。ステップS18において、ステップS16で求めた輝度を、交点座標に対応したスクリーン上の画素の輝度データとして出力する。このステップS10からステップS18の過程をスクリーン上の各点に関して繰り返

し行うことで、スクリーン上のすべての点における輝度を決定することができる。

【0014】図3は頂点上に割り振られる仮のベクトルを説明するための模式図である。これは図2のステップS12の作業を説明するものである。今、曲面が複数の三角形の貼り合わせにより近似されている場合において、頂点A上に仮のベクトルを割り振る例を説明する。頂点Aを囲む三角形 $T_1 \sim T_6$ は、それぞれ法線ベクトル $N_1 \sim N_6$ を有している。法線ベクトル $N_1 \sim N_6$ の平均を計算し、この結果得られたベクトルを頂点A上に割り当てて仮のベクトル $N_A$ とする。このとき仮のベクトル $N_A$ を求めるときに、規格化された法線ベクトル $N_1 \sim N_6$ を用いることも可能であり、また法線ベクトル $N_1 \sim N_6$ の和をとった後で、仮のベクトル $N_A$ を規格化することも可能である。

【0015】図3中のベクトルと図2のフローチャートの対応関係を説明する。ステップS12は、図3の法線ベクトル $N_1 \sim N_6$ の平均を計算し、頂点A上に仮のベクトル $N_A$ として割り振るものである。またステップS14は、例えば $T_1$ 内の点Dでの法線ベクトルを求める場合、頂点B及び頂点Cに関しても頂点Aと同様の作業を行って仮のベクトル $N_B$ 、 $N_C$ を求め、仮のベクトル $N_A$ 、 $N_B$ 、 $N_C$ を内挿して、点Dでの内挿ベクトルを算出するものである。

【0016】図1は、本発明のレイトレーシングにおける図形データ処理装置の構成を示す模式図である。レイ発生部10において生成したレイと多角形の交点を交点算出部12で計算し、交点座標と交点を含む多角形のIDを内挿ベクトル算出部14に送る。内挿ベクトル算出部14で交点における内挿ベクトルを計算し、交点座標、交点を含む多角形とともに輝度算出部16に送る。輝度算出部で内挿ベクトルを使って輝度計算を行い輝度データを出力する。

【0017】上記実施例では式(1)に示すフォンのモデルと呼ばれる計算式を用いて輝度を算出したが、例えばクックのモデルなどを用いて輝度を算出することも可能である。また、式(1)に2次的な反射などの影響を考慮した項を追加することも可能であり、また式(1)中の減衰係数を省略することなども可能である。

【0018】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、視点を設定し、視点からスクリーン上の画素を通過するレイを発生させ、レイと多角形との交点を算出し、多角形の各頂点上に仮のベクトルを割り振り、これらの仮のベクトルを内挿して交点上の内挿ベクトルを算出し、さらに内挿ベクトルより交点上での輝度を算出してスクリーン上の画素の輝度とするので、複数の多角形で近似された曲面の輝度変化を滑らかにし、多角形の境界が目立たないようにする図形表示装置に用いるレイトレーシングにおける図形データ処理装置を実現することができ

る。

【0019】さらに、上記構成に加えて頂点上の仮のベクトルとして、その頂点を囲む多角形の法線ベクトルを平均したベクトルが割り振られることを付加すれば、さらに多角形の境界が目立たないようにする図形表示装置に用いるレイトレーシングにおける図形データ処理装置を実現することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のレイトレーシングにおける図形データ処理装置の構成を示す模式図である。

【図2】本発明のレイトレーシングにおける図形データ処理装置に係る実施の形態を示すフローチャートである。

【図3】各頂点上に割り振られる仮のベクトルを説明するための模式図である。

【図4】レイトレーシングの説明図である。

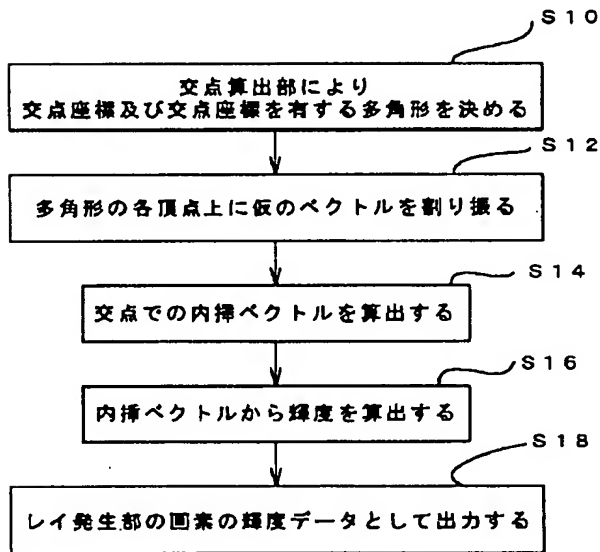
【図5】輝度計算に用いられるベクトルの説明図である。

【図6】従来のレイトレーシングにおける図形データ処理装置の構成を示す模式図である。

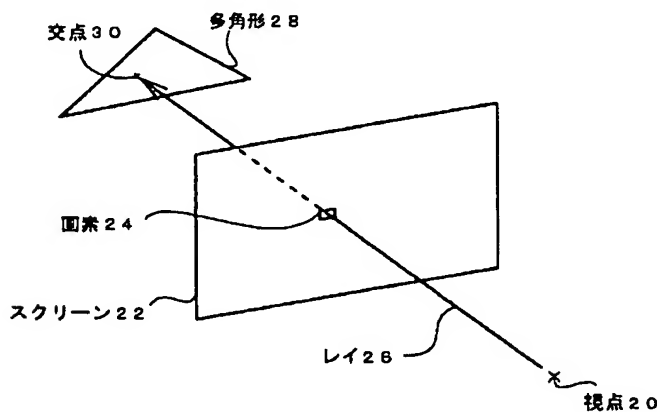
#### 【符号の説明】

- 10 レイ発生部
- 12 交点算出部
- 14 内挿ベクトル算出部
- 16 輝度算出部
- 20 視点
- 22 スクリーン
- 24 画素
- 26 レイ
- 28 多角形
- 30 交点

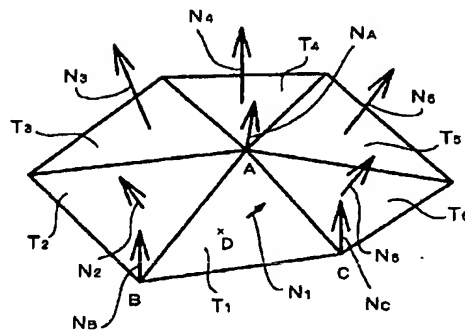
【図2】



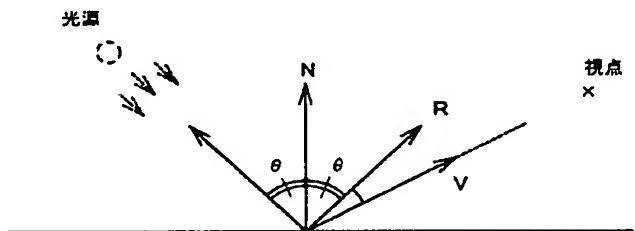
【図4】



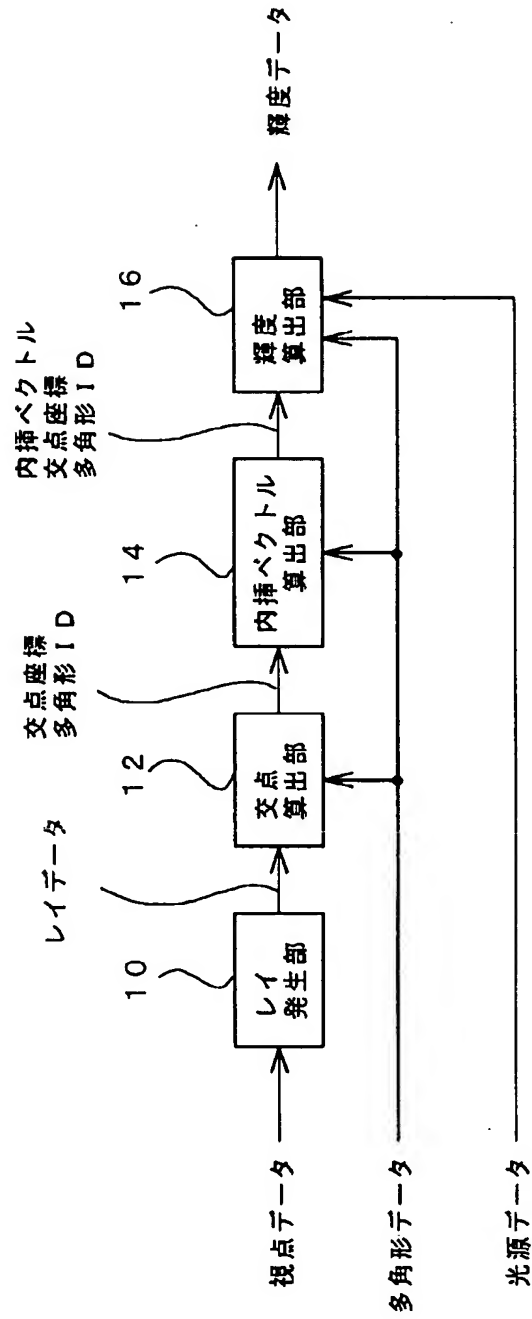
【図3】



【図5】



【図1】



【図 6】

